

2-14-06

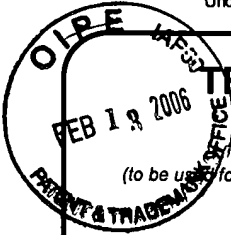
TPW

PTO/SB/21 (04-04)

Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0031

U.S. Patent and Trademark Office: U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.



TRANSMITTAL FORM

(to be used for all correspondence after initial filing)

Application Number		10/783,980
Filing Date		02/20/2004
First Named Inventor		Klaus G. Schmitt
Art Unit		1725
Examiner Name		Shaw, Clifford C.
Total Number of Pages in This Submission	Attorney Docket Number	
	0275M-000869	

ENCLOSURES (check all that apply)

<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment / Reply <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Request for Refund <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to Technology Center (TC) <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input checked="" type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below): <p style="text-align: center;">Postcard.</p>
--	--	--

Remarks

The Commissioner is hereby authorized to charge any additional fees that may be required under 37 CFR 1.16 or 1.17 to Deposit Account No. 02-2550. A duplicate copy of this sheet is enclosed.

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT

Firm or Individual name	Harness, Dickey & Pierce, P.L.C.	Attorney Name	Christopher M. Brock	Reg. No.	27313
Signature	<i>Christopher M. Brock</i>				
Date	February 13, 2006				

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING

I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below.

Typed or printed name	Christopher M. Brock	Express Mail Label No.	EV 717 343 967 US (2/13/2006)
Signature	<i>Christopher M. Brock</i>	Date	February 13, 2006

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

EV 717 343 967 US

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 44 256.4

Anmeldetag: 03. September 2001

Anmelder/Inhaber: Newfrey LLC, Newark, Del./US
Erstanmelder: Emhart Inc., Newark, Del./US

Bezeichnung: Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem und -verfahren

IPC: B 23 K 9/20

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. Januar 2006
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Werner

WITTE, WELLER & PARTNER

Patentanwälte

Rotebühlstraße 121 · D-70178 Stuttgart

Anmelder:

3. September 2001

5230P105 CS-sm

Emhart Inc.
Drummond Plaza Office Park
1423 Kirkwood Highway
Newark, Delaware 19711
U.S.A.

Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem und -verfahren

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem zum Schweißen von Elementen, wie z.B. Metallbolzen, auf Bauteile, wie z.B. Metallbleche mit:

- einem Roboter, der wenigstens einen Arm aufweist, der in wenigstens in einer Koordinatenachse beweglich ist,
- einem Schweißkopf, der an dem Arm gelagert ist und an dem eine Haltevorrichtung zum Halten eines Elementes und eine Hubvorrichtung zum Zu- und Rückstellen der Haltevorrichtung relativ zu dem Schweißkopf vorgesehen sind, und

- einem Meßsystem zum Bestimmen der Relativlage zwischen einem Bauteil und einem auf das Bauteil aufzuschweißenden, von der Haltevorrichtung gehaltenen Element, wobei das Meßsystem einen an dem Schweißkopf gelagerten Fuß aufweist, der im Betrieb dazu ausgelegt ist, das Bauteil zu kontaktieren, um die Relativlage zwischen dem Element und dem Bauteil zu bestimmen.

Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein entsprechendes Verfahren zum Kurzzeit-Lichtbogenschweißen.

Ein solches Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem und ein zugehöriges Verfahren sind allgemein bekannt.

Beim Kurzzeit-Lichtbogenschweißen wird ein Element auf ein Bauteil aufgeschweißt. Dabei wird ein Lichtbogen zwischen Element und Bauteil gebildet, der die Stirnflächen anschmelzt. Anschließend werden das Element und das Bauteil aufeinander zu bewegt, so daß sich die Schmelzen vermischen. Der Lichtbogen wird kurzgeschlossen und die Gesamtschmelze erstarrt.

Üblich ist es, den Lichtbogen zu ziehen. Dabei wird das Element zunächst auf das Bauteil aufgesetzt. Anschließend wird ein Pilotstrom eingeschaltet und das Element wird gegenüber dem Bauteil bis auf eine gewünschte Höhe angehoben, wobei ein Lichtbogen gezogen wird. Erst danach wird der Schweißstrom zugeschaltet.

Um gleichbleibend gute Schweißergebnisse zu erzielen, ist es unter anderem wichtig, die Relativstellung zwischen Element und Bauteil zu kennen, insbesondere das Element auf die richtige

Höhe anzuheben, bevor der Schweißstrom zugeschaltet wird. Zu diesem Zweck erfolgt in der Regel vor jedem Schweißvorgang eine Messung der Relativstellung, insbesondere in Form einer Nullpositionsbestimmung.

Dies ist bei roboter-basierten Systemen von besonderer Bedeutung. Zwar sind moderne Roboter generell in der Lage, vergleichsweise präzise zu positionieren. Eine hohe Präzision läßt sich jedoch insbesondere aufgrund der hohen bewegten Massen nicht mit sehr hoher Dynamik erzielen. Üblicherweise haben die Roboter einen Bewegungsumfang in drei Koordinaten. Im einfachsten Fall ist ein Roboter eine automatisiert angetriebene Linearführung (Schlitten) an der ein Schweißkopf gelagert ist.

Bolzenschweißsysteme werden insbesondere in der Kraftfahrzeugindustrie eingesetzt. Sie dienen dort vor allem dazu, Elemente wie Bolzen mit und ohne Gewinde, Ösen, Muttern, etc. auf das Karosserieblech aufzuschweißen. Diese Elemente dienen dann als Halteanker, um bspw. Innenraumverkleidungen zu befestigen.

In der Kraftfahrzeugindustrie kommt es auf die Herstellungsgeschwindigkeit maßgeblich an. Innerhalb weniger Minuten sind Hunderte von Elementen an unterschiedlichen Positionen automatisiert mittels Roboter aufzuschweißen. Die Roboter müssen folglich mit hoher Dynamik bewegt werden.

Daher ist es bekannt, am Arm eines Roboters eine Schweißkopfbasis anzubringen, die einen Schlitten trägt. Der Schlitten ist hochdynamisch mit hoher Präzision beweglich, üblicherweise mittels eines pneumatischen oder hydraulischen Systems. An dem

Schlitten ist der eigentliche Schweißkopf gelagert, der wiederum über eine Hubvorrichtung zum Bewegen des Elementes verfügt.

Zum Bestimmen der Relativlage zwischen dem Element und dem Bauteil ist es bekannt, an dem Schweißkopf einen sog. Stützfuß zu befestigen (bspw. aus "Neue TUCKER-Technologie. Bolzenschweißen mit System", Emhart Tucker, September 1999).

Der Stützfuß ist etwa parallel zu der Haltevorrichtung des Schweißkopfes ausgerichtet. In einer Ausgangsposition steht das in der Haltevorrichtung gehaltene Element etwas gegenüber dem Stützfuß vor.

Zum Bestimmen der Relativlage wird der Schweißkopf an das Bauteil angenähert. Dabei kontaktiert zunächst das Element das Bauteil. Der Schweißkopf wird weiter zugestellt, bis der Stützfuß das Bauteil kontaktiert. Dabei wird die Haltevorrichtung gegen eine elastische Vorspannkraft relativ zu dem Schweißkopf versetzt.

Durch die starre Verbindung zwischen dem Stützfuß und dem Schweißkopf und ein geeignetes Meßsystem läßt sich folglich die Relativlage zwischen dem Element und dem Bauteil bestimmen.

Alternativ hierzu sind auch sogenannte stützfußlose Meßsysteme zum Bestimmen der Relativlage zwischen dem Element und dem Bauteil bekannt.

So offenbart die US-A-5,252,802 eine Bolzenschweißvorrichtung mit einem Gehäuse, das als Handpistole ausgebildet ist. Ein Positionsmotor bringt zunächst das Gehäuse in eine Position, bei

der ein Bolzen in der Nähe eines Bauteiles angeordnet ist. In dem Gehäuse ist ein Linearmotor vorgesehen, um einen Hubschaft axial zu bewegen, der den Bolzen trägt. Zur Steuerung des Linearmotors ist ein Wegmeßsystem vorgesehen. Zum Bestimmen der Relativlage zwischen Bolzen und Werkstück wird der Linearmotor angesteuert, um den Bolzen mit einer bestimmten Geschwindigkeit auf das Werkstück zu bewegen. Sobald der Bolzen das Werkstück berührt, schließt ein elektrischer Kontakt.

Ferner ist es aus der WO 96/11767 bekannt, den Bolzenhalter in Richtung auf das Werkstück elastisch vorzuspannen, und mittels eines Linearmotors gegen die Vorspannung axial zu bewegen.

Schließlich offenbart die WO 96/05015 eine Bolzenschweißvorrichtung ohne Stützfuß, bei der ein Schweißkopf insgesamt mittels eines Verstellantriebes verstellbar ist. An dem Schweißkopf ist eine Haltevorrichtung vorgesehen, die einen Bolzen hält. Eine Verstellvorrichtung dient dazu, die Haltevorrichtung axial gegenüber dem Schweißkopf zu verschieben. Die Verstellvorrichtung kann ein servo-pneumatischer oder ein servo-hydraulischer Arbeitszylinder sein. Die Relativstellung zwischen Haltevorrichtung und Schweißkopf wird mittels eines Wegmeßsystems erfaßt.

Zum Bestimmen einer Nullposition zwischen Bolzen und Werkstück wird der Schweißkopf bis zu einer Endposition in Richtung auf das Werkstück verfahren. Im Verlauf dieser Bewegung trifft der Bolzen auf das Werkstück auf. Da der Bolzen ab diesem Zeitpunkt der Bewegung des Schweißkopfes nicht mehr folgen kann, wird ab dann die Haltevorrichtung gegenüber dem Schweißkopf entgegen der Anpreßbewegung verschoben. Diese Verschiebung wird von dem

Wegmeßsystem gemessen, und so die Endlage des Schweißkopfes exakt erfaßt.

Vor dem obigen Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem und Verfahren zum Kurzzeit-Lichtbogenschweißen anzugeben.

Diese Aufgabe wird bei dem eingangs genannten Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem dadurch gelöst, daß das Meßsystem ferner dazu ausgelegt ist, die Relativlage zwischen dem Element und dem Bauteil ohne Kontakt zwischen dem Fuß und dem Bauteil zu bestimmen, und daß das Meßsystem Mittel zum Versetzen des Fußes von einer Betriebsposition in eine Ruheposition aufweist, in der der Fuß außer Betrieb ist.

Bei dem eingangs genannten Kurzzeit-Lichtbogenschweißverfahren erfolgt die Lösung der Aufgabe, indem bei dem Verfahren ein Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem eingesetzt wird, das eine Steuereinrichtung aufweist, in der für eine Mehrzahl von automatisiert durchzuführenden Schweißvorgängen abgelegt ist, ob bei dem jeweiligen Schweißvorgang eine Bestimmung der Relativlage zwischen dem Element und dem Bauteil mit oder ohne einen Fuß erfolgen soll, der dazu ausgelegt ist, das Bauteil zu kontaktieren, und wobei das Verfahren ferner die Schritte aufweist:

- a) Ansteuern eines Roboters mit einem Arm so, daß ein an dem Arm festgelegter Schweißkopf in eine Schweißposition für einen ausgewählten Schweißvorgang gelangt,

- b) Feststellen, ob bei dem ausgewählten Schweißvorgang die Bestimmung der Relativlage zwischen dem Element und dem Bauteil mit oder ohne Fuß erfolgen soll,
- c) Bestimmen der Relativlage zwischen dem Element und dem Bauteil in Abhängigkeit von der in Schritt b) getroffenen Feststellung, und
- d) Durchführen des ausgewählten Schweißvorganges.

Mit der Erfindung ist es möglich, die Relativlage zwischen dem Element und dem Bauteil mit oder ohne Fuß bzw. Stützfuß zu bestimmen. Eine Bestimmung der Relativlage ohne Stützfuß wird generell an solchen Schweißstellen durchgeführt, bei denen das Bauteil relativ stabil angeordnet ist. Dies hat den Vorteil, daß der Schweißbolzen besonders nah an Konturen geschweißt werden kann, da mehr Platz zur Verfügung steht, der nicht durch einen Stützfuß eingenommen wird. Auch die höhere Steifigkeit in Ecken und an Falzen etc. erlaubt den Verzicht auf einen Stützfuß.

Wenn hingegen ein Schweißvorgang an einem relativ instabilen Bauteil, beispielsweise einem dünnen Blech ohne Gegenlager durchzuführen ist, ist die Bestimmung der Relativlage zwischen Element und Bauteil mit Stützfuß bevorzugt. Denn in einem solchen Fall sorgt der Fuß für eine Art "Verspannung" des Bauteils relativ zum dem Schweißkopf. Das Bauteil kann folglich nicht nachfedern. In einem solchen Fall könnte die relative Instabilität des Bauteils bei einer stützfußlosen Bestimmung der Relativlage zu Fehlbestimmungen führen.

Die Aufgabe wird auf diese Weise vollkommen gelöst.

Von besonderem Vorzug ist es, wenn das Meßsystem dazu ausgelegt ist, die Relativlage zwischen dem Element und dem Bauteil ohne Kontakt zwischen dem Fuß und dem Bauteil zu bestimmen, indem bei einer Annäherung des Elementes an das Bauteil erfaßt wird, wenn das Element das Bauteil kontaktiert.

Diese Ausführungsform gestattet in der Regel eine besonders schnelle Bestimmung der Relativlage.

Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn der Kontakt zwischen dem Element und dem Bauteil elektrisch erfaßt wird.

Diese Erfassung kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß der Anstieg des Motorstroms eines elektrischen Motors erfaßt wird, der zum Annähern des Elements an das Bauteil verwendet wird. Alternativ könnte auch eine Spannung zwischen dem Element und dem Bauteil angelegt werden. Der Einbruch dieser Spannung auf Null zeigt dann an, daß das Element das Bauteil elektrisch und folglich auch mechanisch kontaktiert hat.

In einer alternativen Ausgestaltung wird der Kontakt zwischen dem Element und dem Bauteil erfaßt, indem, während eines Annäherns des Schweißkopfes an das Bauteil, das Element nach Kontakt des Bauteils relativ zu dem Schweißkopf versetzt wird und die Relativlage zwischen dem Element und dem Schweißkopf erfaßt wird.

Diese Ausführungsform entspricht dem Verfahren, wie es in der eingangs genannten WO 96/05015 offenbart ist.

Insgesamt ist es von Vorzug, wenn eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, in der für eine Mehrzahl von automatisiert durchzuführenden Schweißvorgängen abgelegt ist, ob bei dem jeweiligen Schweißvorgang die Bestimmung der Relativlage zwischen dem Element und dem Bauteil mit oder ohne Fuß erfolgen soll.

Auf diese Weise kann bei Durchführung einer Mehrzahl von Schweißvorgängen hintereinander mittels eines Roboters von Fall zu Fall eine Bestimmung der Relativlage mit oder ohne Fuß erfolgen. Vor einem jeweiligen Schweißvorgang wird dann der Fuß entweder in seine Betriebsposition oder in seine Ruheposition versetzt. Dies kann beispielsweise auch bereits während der Bewegung des Schweißkopfes mittels des Roboters von einer Schweißstelle zu einer nächsten Schweißstelle erfolgen.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Schweißkopf elastische Mittel auf, um die Haltevorrichtung in eine Stellrichtung elastisch vorzuspannen.

Durch diese Maßnahme kann die Hubvorrichtung zum Zu- und Rückstellen der Haltevorrichtung in den meisten Betriebszuständen energielos gehalten werden. Folglich ergibt sich ein geringer Energieverbrauch.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform spannen die elastischen Mittel die Haltevorrichtung in Rückstellrichtung vor.

Sofern zum stützfußlosen Bestimmen der Relativlage zwischen Bauteil und Element die Hubvorrichtung in Zustellrichtung angesteuert wird, befindet sich die Haltevorrichtung in ihrer elastisch vorgespannten Ruhelage dann immer in der richtigen Aus-

gangsposition. Insgesamt wird somit ein besonders niedriger Energieverbrauch erzielt. Ferner läßt sich unter bestimmten Voraussetzungen eine im Vergleich zu anderen Ausgestaltungen höhere Dynamik erzielen.

Bei einer alternativen Ausführungsform spannen die elastischen Mittel die Haltevorrichtung in Zustellrichtung vor.

Bei dieser Ausführungsform läßt sich im eigentlichen Schweißvorgang in Zustellrichtung eine höhere Dynamik erzielen.

Im Falle der Vorspannung in Rückstellrichtung ist die Haltevorrichtung bei einer Bestimmung der Relativlage mit Stützfuß gegen die Vorspannung auszufahren, bevor oder nachdem der Stützfuß das Bauteil mechanisch kontaktiert hat.

Bei der Vorspannung in Zustellrichtung ist zum Bestimmen der Relativlage mittels Stützfuß ein aktives Verfahren der Haltevorrichtung mittels der Hubvorrichtung nicht unbedingt notwendig.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Meßsystem einen Wegsensor auf, der den Weg der Haltevorrichtung relativ zu dem Schweißkopf erfaßt.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystems; und

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Schweißkopfes einer alternativen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystems.

In Fig. 1 ist eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystems generell mit 10 bezeichnet.

Das Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem 10, das im folgenden kurz Bolzenschweißsystem 10 genannt wird, beinhaltet einen Roboter 12. Der Roboter 12 weist einen Drehkopf 14 auf, mittels dessen ein ein- oder mehrgelenkiger Arm 16 verdreht werden kann. Insgesamt ist der Roboter 12 dazu ausgelegt, das Ende des Armes in drei Koordinatenachsen x , y , z frei zu bewegen.

An dem Ende des Roboterarms 16 ist eine Schweißkopfbasis 20 angebracht. Die Schweißkopfbasis 20 trägt einen Schlitten 21, der relativ zu der Schweißkopfbasis 20 in Richtung einer Achse 26 hin- und herbewegt werden kann. An dem Schlitten 21 ist ein Schweißkopf 22 montiert.

Eine Pneumatikanordnung 24 dient dazu, den Schweißkopf 22 in Bezug auf die Schweißkopfbasis 20 mittels des Schlittens 21 hin- und herzubewegen.

Bei 28 ist der Hub gezeigt, um den die Pneumatikanordnung 24 den Schweißkopf 22 in Bezug auf die Schweißkopfbasis 20 bewegen kann.

Der Schweißkopf 22 weist eine Haltevorrichtung 30 auf, die dazu ausgelegt ist, ein Metallelement wie einen Bolzen 32 lösbar zu halten. Zu diesem Zweck weist die Haltevorrichtung 30 geeignete Spannmittel auf, die in Fig. 1 nicht näher dargestellt sind.

In Fig. 1 ist ferner ein Metallbauteil, wie ein Blech 34, gezeigt, das im wesentlichen senkrecht zu der Achse 26 ausgerichtet ist.

An der Schweißkopfbasis 20 ist ferner ein Stützfuß 31 vorgesehen.

Der Stützfuß 31 ist zwischen einer in Fig. 1 in durchgezogenen Linien gezeigten Betriebsposition und einer bei 31' gezeigten Ruheposition in axialer Richtung hin- und herbewegbar. Zu diesem Zweck ist eine Versatzeinrichtung vorgesehen, die in Fig. 1 schematisch bei 31A angedeutet ist.

Alternativ zu einer beweglichen Lagerung des Stützfußes 31 an der Schweißkopfbasis 20 könnte der Stützfuß 31 auch entsprechend beweglich an dem Schweißkopf 22 selbst gelagert sein.

Der Schweißkopf 22 weist ferner eine Hubvorrichtung 36 auf, die durch einen Linearmotor, insbesondere einen elektrischen Linearmotor, gebildet ist.

Die Hubvorrichtung 36 dient dazu, die Haltevorrichtung 30 in Bezug auf den Schweißkopf 22 in einer axialen Richtung zu versetzen, die parallel zu der Achse 26 ausgerichtet ist. Die Hubvorrichtung 30 hat einen Hub 38, der beispielsweise im Bereich zwischen 8 mm und 20 mm, insbesondere im Bereich zwischen 10 mm und 15 mm liegen kann.

Im Vergleich hierzu kann der Hub 28 der Pneumatikanordnung 24 im Bereich zwischen 2 cm und 10 cm betragen, insbesondere im Bereich zwischen 4 cm und 6 cm.

Ferner ist die Haltevorrichtung 30 in Bezug auf den Schweißkopf 22 in Richtung vom Bauteil 34 weg, also in Rückstellrichtung vorgespannt, mittels einer Druckfeder 40. Die Druckfeder 40 greift einerseits an dem Schweißkopf 22 bzw. dem beweglichen Teil des Schlittens 21 und andererseits an der Haltevorrichtung 30 an.

Auch weist der Schweißkopf 22 einen Wegsensor 44 auf, der in Fig. 1 lediglich schematisch angedeutet ist. Der Wegsensor 44 dient dazu, die Relativposition zwischen Haltevorrichtung 30 und Schweißkopf 22 zu erfassen. Zu diesem Zweck kann der Wegsensor 44 einen Code-Leser an der Haltevorrichtung 30 aufweisen, der eine lineare Codierung an dem Schweißkopf 22 liest.

Ferner ist eine Steuereinrichtung 46 vorgesehen. Die Steuereinrichtung 46 ist verbunden mit dem Roboter 12 sowie mit der

Pneumatikanordnung 24, der Hubvorrichtung 36 und dem Wegsensor 44.

Die Steuereinrichtung 46 dient dazu, die beweglichen Elemente des Bolzen-Schweißsystems 10 koordiniert zueinander zu steuern bzw. deren Bewegung, Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung auf der Grundlage der Signale des Wegsensors 44 zu regeln.

Ferner dient, wie nachstehend noch erläutert werden wird, die Steuereinrichtung 46 dazu, die Relativlage zwischen dem Element 32 und dem Bauteil 34 vor einem Schweißvorgang zu bestimmen.

Das Schweißsystem 10 ist dazu ausgelegt, die Relativlage zwischen dem Element 32 und dem Bauteil 34 alternativ entweder unter Verwendung des Stützfußes 31 in seiner Betriebsposition oder ohne Verwendung des Stützfußes 31 (dann in der Ruheposition 31') zu bestimmen.

Für den Fall der Bestimmung der Relativlage mit Stützfuß 31 wird der Schweißkopf 22 generell mittels des Schlittens 21 an das Bauteil 34 angenähert, bis das Ende des Stützfußes 31 das Bauteil 34 kontaktiert. Da die Haltevorrichtung 30 bei dieser Ausführungsform in Rückstellung vorgespannt ist, befindet sich das Element 32' nach der Kontaktierung des Bauteils 34 durch den Stützfuß 31 in der bei 32' gezeigten Position. Anschließend wird die Hubvorrichtung 36 betätigt, bis das Element 32 das Bauteil 34 kontaktiert. Durch die feste Lagebeziehung zwischen dem Element 34, dem Stützfuß 31, der Schweißkopfbasis 20 und dem Schweißkopf 22 sowie der Haltevorrichtung 30 läßt sich die Relativlage zwischen dem Element 32 und dem Element 34 eindeutig festlegen.

Alternativ hierzu ist es auch möglich, vor einem Annähern des Stützfußes 31 an das Bauteil 34 die Hubvorrichtung 36 so zu betätigen, daß das Element 32 in axialer Richtung gegenüber dem Stützfuß 31 vorsteht. In diesem Fall würde nach einer Anfangskontaktierung des Bauteils 34 durch das Element 32 die Annäherung fortgesetzt, unter Versatz der Hubvorrichtung 36, bis der Stützfuß 31 das Bauteil 34 kontaktiert.

Bei der alternativen Bestimmung der Relativlage zwischen dem Element 32 und dem Bauteil 34 wird der Stützfuß 31 in die Ruheposition 31' gefahren und nicht verwendet.

Bei diesem Verfahren wird die Relativlage beispielsweise wie folgt bestimmt:

Zunächst ist die Steuereinrichtung 46 elektrisch über nicht näher dargestellte Leitungen mit dem Bolzen 32 verbunden. Ferner ist in Fig. 1 angedeutet, daß die Steuereinrichtung 46 dazu in der Lage ist, an den Bolzen 32 eine Meßspannung V anzulegen. Das Bauteil 34 kann beispielsweise geerdet sein, so daß über eine geeignete Strom-Meßvorrichtung erfaßt werden kann, sobald das Element 32 das Bauteil 34 elektrisch kontaktiert.

Zunächst wird der Roboter 12 angesteuert, um die Schweißkopfbasis 20 mittels des Drehkopfes 14 und des Roboterarms 16 in eine Basis-Schweißposition zu verbringen, die in Fig. 1 dargestellt ist. In dieser Position befindet sich die Schweißkopfbasis 20 in einem bestimmten Abstand über dem Bauteil 34, wobei die Achse 26 senkrecht auf der gewünschten Schweißposition des Bauteils 34 steht.

Anschließend wird die Pneumatikanordnung 24 betätigt, so daß der Schweißkopf 22 in Richtung auf das Bauteil 34 ausgefahren wird, und zwar um den vollen Hub 28, bis in eine Kopf-Schweißposition. Die Endposition des Elementes 32 ist in Fig. 1 bei 32' gezeigt. Dabei befindet sich das Element 32' in einem Abstand 48 von dem Bauteil 34, der kleiner ist als der maximale Hub 38 der Hubvorrichtung 36.

Anschließend wird die Hubvorrichtung 36 betätigt so, daß das Element 32 auf das Bauteil 34 zubewegt wird, bis es das Bauteil 34 kontaktiert. Diese Bewegung erfolgt vorzugsweise mit konstanter Geschwindigkeit. Dabei wird der zurückgelegte Weg mittels des Wegsensors 44 erfaßt. Sobald das Element 32 das Bauteil 34 kontaktiert, wird ein von der Meßspannung V ausgehender Stromkreis geschlossen. Dies wird durch die Steuereinrichtung 46 erfaßt und die Hubvorrichtung 36 wird gestoppt.

Ferner wird die zu diesem Zeitpunkt vorhandene Kontaktstellung zwischen Element 32 und Bauteil 34 als "Null-Position" für den weiteren Schweißvorgang herangezogen. Über den Wegsensor 44 ist folglich über den gesamten folgenden Schweißvorgang jeweils die exakte Relativposition zwischen Element 32 und Bauteil 34 bekannt. Der Schweißvorgang kann folglich unabhängig von etwaig vorhandenen Toleranzen in der Positionierung durch den Roboter 12 bzw. durch die Pneumatikanordnung 24 mit der gewünschten Lagebeziehung zwischen dem Element 32 und dem Bauteil 34 erfolgen.

Der eigentliche Bolzen-Schweißvorgang erfolgt in an sich bekannter Weise. Dabei wird - nach Abtrennen der Meßspannung V - ein Pilotstrom an das Element 32 angelegt. Anschließend wird

das Element 32 gegenüber dem Bauteil 34 angehoben, so daß ein Lichtbogen gezogen wird. Nachdem eine bestimmte Höhe erreicht ist, wird der eigentliche Schweißstrom zugeschaltet, durch den die Energie des Lichtbogens so erhöht wird, daß die Stirnseite des Elements 32 und die zugeordnete Stelle des Bauteils 34 angeschmolzen werden.

Im folgenden stellt die Hubvorrichtung 36 das Element 32 wieder auf das Bauteil zu. Sobald wieder der elektrische Kontakt erzielt ist, wird der Lichtbogen kurzgeschlossen und der Schweißstrom wird abgeschaltet.

Im allgemeinen erfolgt der Zustellvorgang etwas unter die Oberfläche des Bauteils 34, so daß eine gute Durchmischung der wechselseitigen Schmelzen erfolgt. Die Gesamtschmelze erstarrt und der eigentliche Schweißvorgang ist abgeschlossen. Die Haltevorrichtung gibt das Element 32 frei. Anschließend wird die Hubvorrichtung 36 abgeschaltet. Die Haltevorrichtung 30 wird folglich durch die Feder 40 in die eingezogene Ruheposition zurückversetzt.

Ferner wird hiernach oder parallel hierzu die Pneumatikanordnung 24 von der Steuereinrichtung 46 so angesteuert, daß der Schweißkopf 22 wieder in die eingezogene Anfangsposition gelangt.

Eine alternative Ausführungsform eines Schweißkopfes ist in Fig. 2 generell mit 50 bezeichnet.

Der Schweißkopf 50 kann anstelle des Schweißkopfes 22 an einer Schweißkopfbasis 20 mittels eines Schlittens 21 oder ohne

Schlitten montiert werden. Auch im übrigen kann der Aufbau und der Betrieb eines Bolzenschweißsystems mit dem Schweißkopf 50 identisch sein, wie der Aufbau des Bolzenschweißsystems 10 der Fig. 1. Folglich wird für diese zweite Ausführungsform Bezug genommen auf die Beschreibung des Bolzenschweißsystems 10, und es werden nachstehend lediglich die Unterschiede erläutert.

Der Schweißkopf 50 weist eine Haltevorrichtung 52 für jeweils ein Element 32 sowie eine Hubvorrichtung 54 auf. Die Hubvorrichtung 54 dient dazu, die Haltevorrichtung 52 in Bezug auf den Schweißkopf 50 in Richtung einer Achse 26 zu bewegen, um das Element 32 auf das Bauteil 34 zu- oder von diesem rückzustellen.

Die Hubvorrichtung 54 weist einen Permanentmagneten 56 auf, der eine Kreisringbohrung 58 beinhaltet.

Die Haltevorrichtung 52 weist ein an die Kreisringbohrung 58 angepaßtes Sackloch 60 auf, so daß ein dem Bauteil 34 abgewandtes Ende der Haltevorrichtung 52 einen Hülsenabschnitt 62 bildet, der in die Kreisringbohrung 58 eingeführt ist.

Am Außenumfang des Hülsenabschnittes 62 ist eine Spule 64 ausgebildet. Die Spule 64 ist mit einem Leistungsteil 66 verbunden, das wiederum von einer Steuereinheit 68 angesteuert wird, bspw. durch Pulsbreitenmodulation.

Ferner ist ein Wegsensor 70 vorgesehen, der den Weg der Haltevorrichtung 52 in Bezug auf den Schweißkopf 50 mißt.

Eine Druckfeder 72 ist zwischen dem Permanentmagneten 56 und einem bauteilseitig vorstehenden Flansch 74 der Haltevorrichtung 52 angeordnet. Die Druckfeder 72 spannt die Haltevorrichtung 52 in eine Ruhelage vor, und im Gegensatz zu der Ausführungsform der Fig. 1 liegt die Ruhelage in Zustellrichtung, so daß die Haltevorrichtung 52 in der Ruhestellung gegenüber dem Schweißkopf 50 maximal ausgezogen ist.

Durch Erregung der Spule 64 kann die Haltevorrichtung 52 gegenüber dieser Ruhestellung in den Schweißkopf 50 eingezogen werden, gegen die Vorspannung der Druckfeder 72. Dabei überstreicht ein starr mit dem Schweißkopf 50 verbundener Code-Leser 78 eine lineare Codierung 76 an der Haltevorrichtung 52. Der Code-Leser 78 gibt folglich ein Weg-Ist-Signal 80 an die Steuereinrichtung 68 ab. Die Steuereinrichtung 68 vergleicht das Ist-Signal 80 mit einem Soll-Signal 82 und gibt ein Stell-Signal 84 an das Leistungsteil 66 ab.

Es versteht sich, daß in der Steuereinrichtung 68 folglich ein geeigneter Regler vorhanden ist.

Ferner ist in Fig. 2 gezeigt, daß an dem Schweißkopf 50 ein Stützfuß 86 gelagert ist. Der Stützfuß 86 ist, ähnlich wie der Stützfuß 31 der Fig. 1, mittels einer Versatzeinrichtung 86A zwischen einer in Fig. 2 gezeigten Betriebsposition und einer Ruheposition 86' in axialer Richtung hin- und herbewegbar.

Auch bei dieser Ausführungsform kann eine Bestimmung der Relativlage zwischen dem Element 32 und dem Bauteil 34 entweder mit dem Stützfuß 86 oder ohne den Stützfuß 86 erfolgen.

Bei einer Bestimmung der Relativlage mit dem Stützfuß 86 befindet sich dieser in der Betriebsposition. Vor einer Annäherung des Schweißkopfes 50 an das Element 34 befindet sich die Hubvorrichtung 54 in der Ausgangsposition, bei der die Haltevorrichtung 52 maximal gegenüber dem Schweißkopf 50 ausgezogen ist. In dieser Position erstreckt sich das gehaltene Element 32 etwas vor den Stützfuß 86, so daß, wie oben beschrieben, zunächst eine Kontaktierung des Bauteiles 34 durch das Element 32 erfolgt. Im weiteren Verlauf wird die Hubvorrichtung 54 eingefahren, bis der Stützfuß 86 das Bauteil 34 kontaktiert.

Bei der Bestimmung der Relativlage ohne Stützfuß 86 befindet sich dieser in der Ruheposition 86'. Die Lagebestimmung kann dann entweder erfolgen, indem zunächst die Haltevorrichtung mittels der Hubvorrichtung vollständig eingezogen wird. Der weitere Betrieb ist dann identisch zu dem oben beschriebenen Betrieb der Ausführungsform der Fig. 1.

Alternativ ist es auch möglich, die Annäherung des Schweißkopfes 50 an das Element 34 erfolgen zu lassen, wobei die Haltevorrichtung 52 maximal ausgefahren ist. Dann kann eine Bestimmung der Relativlage beispielsweise erfolgen, wie es in der eingangs genannten WO 96/05015 beschrieben ist.

Bei beiden Ausführungsformen läßt sich das Element 32 hoch dynamisch und mit hoher Präzision an das Bauteil 34 annähern. Anschließend wird bevorzugt die Kombination aus Steuereinrichtung 46 bzw. 68, Wegsensor 44 bzw. 70 und Hubvorrichtung 36 bzw. 54 dazu genutzt, um die Relativlage zwischen Element 32 und Bauteil 34 mit oder ohne Stützfuß 31 bzw. 86 zu bestimmen.

Folglich können aufeinanderfolgende Schweißvorgänge mit gleichbleibend hoher Qualität unabhängig von der Präzision der Positionierung des Schweißkopfes 22 bzw. 50 durchgeführt werden.

Bevorzugt ist, wie erwähnt, das Bestimmen der Relativlage ohne Stützfuß 31 bzw. 86.

Sofern jedoch das Bauteil 34 elastisch ist oder elastisch gelagert ist, ist eine Bestimmung der Relativlage mit Stützfuß 31 bzw. 86 günstiger, da dann, wie oben erwähnt, eine Art "Verspannung" zwischen dem Bauteil und dem Schweißkopf 20 bzw. 50 erfolgt.

In der Steuereinrichtung 46 bzw. 68 ist normalerweise für jeden Schweißvorgang abgelegt, ob dieser mit oder ohne Stützfuß 31 bzw. 86 erfolgen soll. Je nachdem wird dann vor einem Schweißvorgang der Stützfuß 31 bzw. 86 entweder in die Betriebsposition oder in die Ruheposition 31' bzw. 86' verfahren.

In Fig. 1 ist noch eine alternative Ausführungsform gestrichelt dargestellt, bei der das Bauteil 34A mittels einer schematisch angedeuteten Verstellanordnung um einen Hub 28A verstellbar ist.

Diese Ausgestaltung stellt eine Alternative zu der Anordnung eines Schlittens 21 an der Schweißkopfbasis 20 dar. Falls folglich eine derartige Verstellvorrichtung für das Bauteil 34A vorhanden ist, ist es leichter möglich, den Schweißkopf starr an der Schweißkopfbasis 20 festzulegen.

Ferner kann es in manchen Fällen hinreichend sein, das Ende des Roboterarmes direkt, also ohne Schlitten 21 oder verstellbares Bauteil, in eine Position zu bringen, bei der das Element 32 sich in der angenäherten Position befindet, die in Fig. 1 mit 32' bezeichnet ist. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Haltevorrichtung 30 bzw. 52 gegenüber dem Schweißkopf 22 bzw. 50 mittels elastischer Mittel, wie der Feder 40 bzw. 72, elastisch in eine Ruhestellung vorgespannt ist.

Auch können bei einer alternativen Ausführungsform der Roboter 12 und der Schlitten 21 durch eine einfache automatisiert angetriebene Linearführung ersetzt sein.

Patentansprüche

1. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem (10) zum Schweißen von Elementen (32), wie z.B. Metallbolzen (32), auf Bauteile (34), wie z.B. Metallbleche (34), mit

- einem Roboter (12), der wenigstens einen Arm (16) aufweist, der in wenigstens einer Koordinatenachse (x, y, z) beweglich ist,

- einem Schweißkopf (22;50), der an dem Arm (16) gelagert ist und an dem eine Haltevorrichtung (30;52) zum Halten eines Elementes (32) und eine Hubvorrichtung (36;54) zum Zu- und Rückstellen der Haltevorrichtung (30;52) relativ zu dem Schweißkopf (22;50) vorgesehen sind, und

- einem Meßsystem (31,44,46;86,68,70) zum Bestimmen der Relativlage zwischen einem Bauteil (34) und einem auf das Bauteil (34) aufzuschweißenden, von der Haltevorrichtung (30;52) gehaltenen Element (32), wobei das Meßsystem einen an dem Schweißkopf (22;50) gelagerten Fuß (31;86) aufweist, der im Betrieb dazu ausgelegt ist, das Bauteil (34) zu kontaktieren, um die Relativlage zwischen dem Element (32) und dem Bauteil (34) zu bestimmen,

dadurch gekennzeichnet, daß

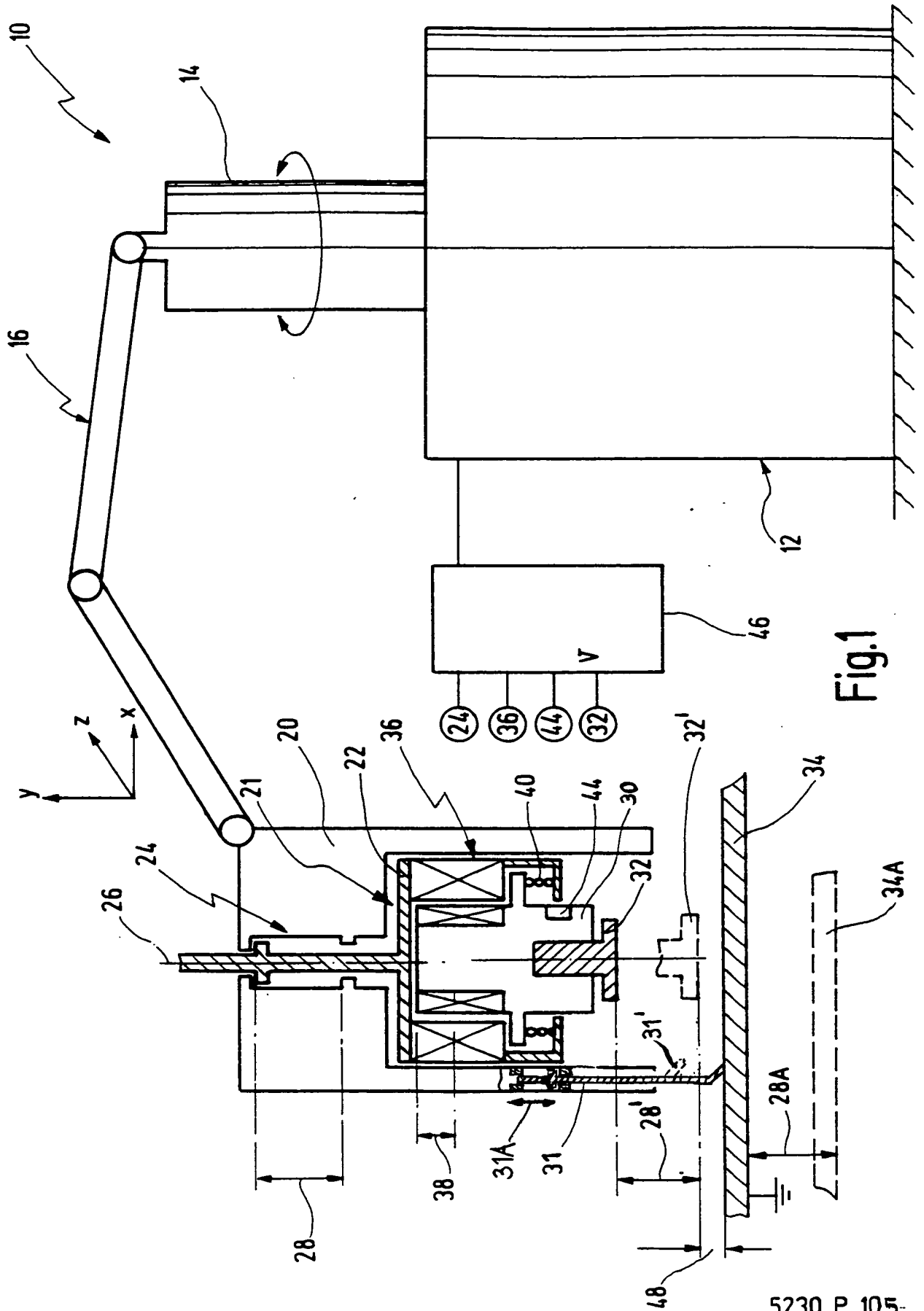
das Meßsystem (31,44,46;86,68,70) ferner dazu ausgelegt ist, die Relativlage zwischen dem Element (32) und dem Bauteil (34) ohne Kontakt zwischen dem Fuß (31;86) und dem Bauteil (34) zu bestimmen, und daß das Meßsystem (31,44,46;86,68,70) Mittel (31A;86A) zum Versetzen des Fußes (31;86) von einer Betriebsposition in eine Ruheposition (31';86') aufweist, in der der Fuß (31;86) außer Betrieb ist.

2. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßsystem (31,44,46;86,68,70) dazu ausgelegt ist, die Relativlage zwischen dem Element (32) und dem Bauteil (34) ohne Kontakt zwischen dem Fuß (31;86) und dem Bauteil (34) zu bestimmen, indem bei einer Annäherung des Elementes (32) an das Bauteil (34) erfaßt wird, wenn das Element (32) das Bauteil (34) kontaktiert.
3. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kontakt zwischen dem Element (32) und dem Bauteil (34) elektrisch erfaßt wird.
4. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kontakt zwischen dem Element (32) und dem Bauteil (34) erfaßt wird, indem, während eines Annäherns des Schweißkopfes (22;50) an das Bauteil (34), das Element (32) nach Kontakt des Bauteiles (34) relativ zu dem Schweißkopf (22;50) versetzt wird und die Relativlage zwischen dem Element (32) und dem Schweißkopf (22;50) erfaßt wird.

5. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach einem der Ansprüche 1 - 4, gekennzeichnet durch eine Steuereinrichtung (46;68), in der für eine Mehrzahl von automatisiert durchzuführenden Schweißvorgängen abgelegt ist, ob bei dem jeweiligen Schweißvorgang die Bestimmung der Relativlage zwischen dem Element (32) und dem Bauteil (34) mit oder ohne Fuß (31;86) erfolgen soll.
6. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Schweißkopf (22;50) elastische Mittel (40;72) aufweist, um die Haltevorrichtung (30;52) in eine Stellrichtung elastisch vorzuspannen.
7. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die elastischen Mittel (40) die Haltevorrichtung (30) in Rückstellrichtung vorspannen.
8. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die elastischen Mittel (72) die Haltevorrichtung (52) in Zustellrichtung vorspannen.
9. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach einem der Ansprüche 1 - 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßsystem (44,46;68,70) einen Wegsensor (44;70) aufweist, der den Weg der Haltevorrichtung (30;52) relativ zu dem Schweißkopf (22;50) erfaßt.
10. Verfahren zum Kurzzeit-Lichtbogenschweißen, insbesondere zum Bolzenschweißen, von Elementen (32), wie z.B. Metallbolzen (32), auf Bauteile (34), wie z.B. Metallbleche (34), mittels eines Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystems

(10), das eine Steuereinrichtung (46;68) aufweist, in der für eine Mehrzahl von automatisiert durchzuführenden Schweißvorgängen abgelegt ist, ob bei dem jeweiligen Schweißvorgang eine Bestimmung der Relativlage zwischen dem Element (32) und dem Bauteil (34) mit oder ohne einen Fuß (31;86) erfolgen soll, der dazu ausgelegt ist, das Bauteil (34) zu kontaktieren, mit den Schritten:

- a) Ansteuern eines Roboters (12) mit einem Arm (16) so, daß ein an dem Arm (16) festgelegter Schweißkopf (22;50) in eine Schweißposition für einen ausgewählten Schweißvorgang gelangt,
- b) Feststellen, ob bei dem ausgewählten Schweißvorgang die Bestimmung der Relativlage zwischen dem Element (32) und dem Bauteil (34) mit oder ohne den Fuß (31;86) erfolgen soll,
- c) Bestimmen der Relativlage zwischen dem Element (32) und dem Bauteil (34) in Abhängigkeit von der in Schritt b) getroffenen Feststellung, und
- d) Durchführen des ausgewählten Schweißvorganges.



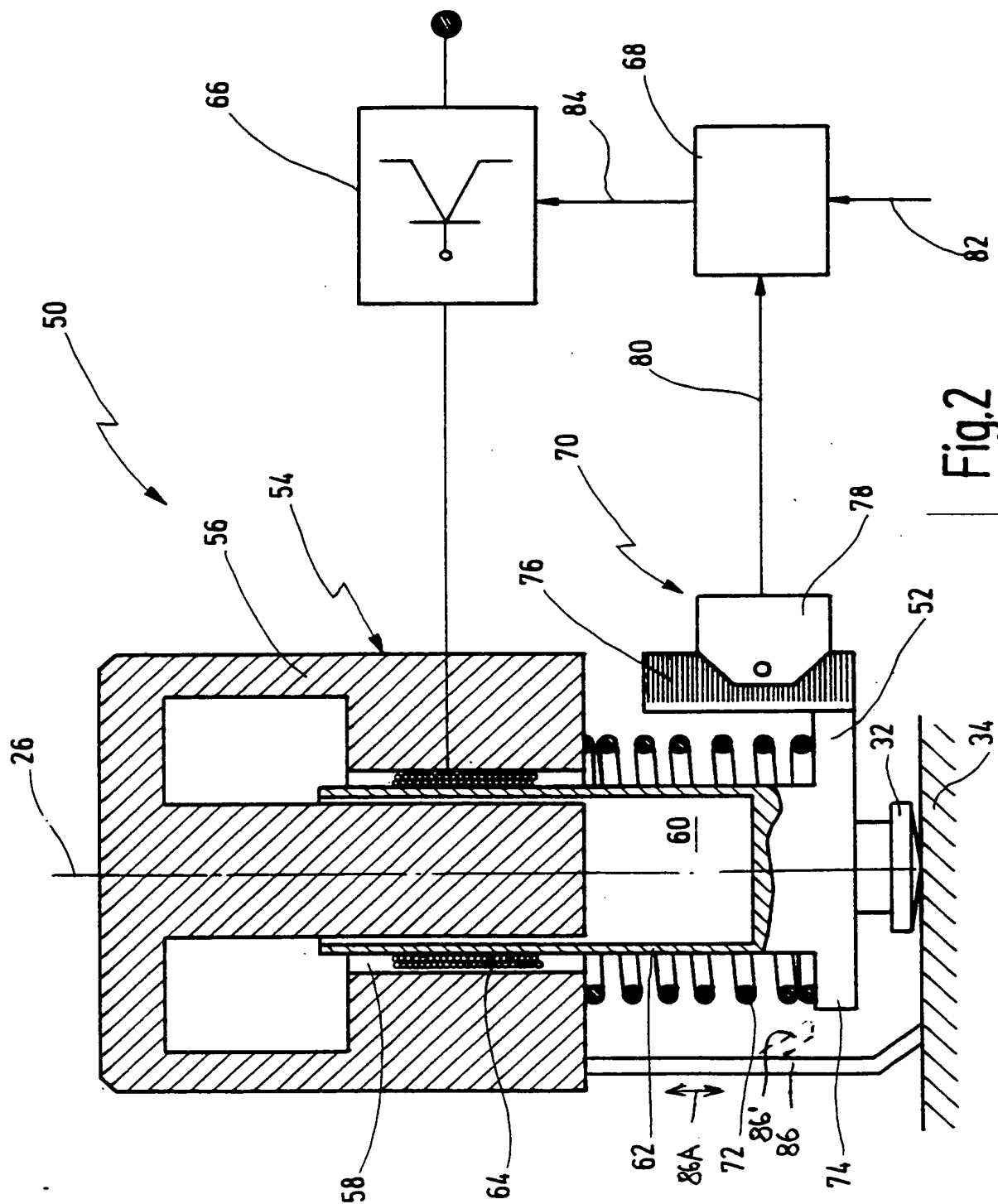


Fig. 2